Bei der Kultur von Misteln beobachtete Korrelationserscheinungen und die das Wachstum der Mistel begleitenden Krümmungsbewegungen[1]

von

E. Heinricher,

k. M. k. Akad.

(Mit 3 Tafeln.)

Aus dem botanischen Institut der Universität Innsbruck.

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Dezember 1913.)

A. Korrelationserscheinungen.

Die hier zu besprechenden Erscheinungen sind zumeist gelegentlich eines Versuches beobachtet worden, der sein eigentliches Ziel nicht erreichte. Es ergibt sich aber doch die Notwendigkeit, auch auf diesen einzugehen.

Die Mistel wird ziemlich allgemein als ein grüner Halbschmarotzer angesehen, der den Wirten nur das Wasser und die Nährsalze entziehe, mit dem gut entwickelten Laubwerk seinen Bedarf an organischem Baumaterial aber selbst decke.[2] Die Sicherheit, mit der diese Auffassung ausgedrückt wurde, war gegenüber der Skepsis, die man in dieser Richtung den grünen Halbschmarotzern aus der Gruppe der Rhinantheen entgegensetzte, für mich verblüffend. Ich selbst bin zwar ebenfalls der Meinung, daß die Mistel seitens des Wirtes nur des

---

[1] In der diesjährigen Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Wien wurde über das hier Mitgeteilte kurz berichtet.

[2] Diese Auffassung äußern in der neuesten Auflage (1913, G. Fischer, Jena) des »Bonner Lehrbuches der Botanik« sowohl Fitting als Jost (a. a. O., p. 131 u. 186).

Wassers und der Nährsalze zu ihrer Existenz bedarf, doch zweifle ich nicht, daß sie auch plastisches Material diesem entnimmt. Der Verlauf ihrer Rindenwurzeln in den Geweben der Stammorgane des Wirtes, die plastisches, vom Laubwerk erzeugtes Material leiten, läßt schon diese Annahme wahrscheinlich erscheinen. Bestärkt wird man in derselben, wenn man bedenkt, daß die Senker an die Wasserleitungsbahnen des Wirtes anschließen, die, wenigstens im Frühjahr, mit dem Wasser auch Zucker führen. Es ist wohl äußerst unwahrscheinlich, daß die Mistel da sich nur des Wassers bemächtige, das Kohlehydrat aber zurückweise.[1]

Ein direkter Beweis für eine solche Aufnahme assimilierter Stoffe wird allerdings schwer zu erbringen sein.[2] Ich suchte

---

[1] Ich halte es für geradezu ausgeschlossen, daß bei normalen Verhältnissen seitens der Misteln Entnahme begrenzter Mengen plastischen Materials aus den Wirten unterbliebe, wenn schon ich der Ansicht bin, daß ein, wenn auch kümmerlicheres Existieren der Mistel, auch ohne diesen Zuschuß möglich wäre. Auf die Aufnahme vom Zucker mit dem Wasser aus dem Wirte, im Frühjahre hat schon Benecke (Handwörterbuch der Naturwissensch., VII. Bd., 1912, p. 498) hingewiesen. Ich halte eine solche Aufnahme für sicher. Daß wir wenigstens zeitweilig eine Entnahme organischer Substanz aus dem Wirte annehmen müssen, darauf habe ich schon 1911 in meiner Abhandlung »Experimentelle Beiträge zur Frage nach den Rassen und der Rassenbildung der Mistel« (Zentralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, II. Abt., 31. Bd., p. 281), aufmerksam gemacht. Ich berichtete dort über einen erst nach 10 Jahren sichtbar gewordenen Keimerfolg, der auf die allmähliche Erstarkung eines intramatrikalen Senkerrestes zurückzuführen ist und beschrieb ferner das Wiedererscheinen von Mistelsprossen an dem von Peyritsch besiedelten Nerium; nachdem von den einst an diesem Oleander an 2 Stellen vorhandenen Mistelpflanzen durch 3 Jahre oberflächlich keine Spur erkennbar war, brachen an einer wieder Misteln hervor. Ich habe an jenem Orte ein Bild der beiden Stellen, wo am Oleander einst Misteln vorhanden waren, gegeben. Im September dieses Jahres wurde ich nun gewahr, daß aus diesem Oleander auch an der in Figur (8, a. a. O.) mit *a* bezeichneten Stelle zwei neue Misteltriebe hervorbrachen. Schon 10 Jahre war an jenen Stellen keine Spur einer Mistelpflanze zu sehen, nur die Deformation des Sprosses bezeichnete dem Kundigen die Stelle, wo einst eine Mistel gestanden war!

[2] Mittels Ringelungsversuchen hat diesen Beweis Prof. Hubert Winkler 1912 zu führen gesucht und glaubt ihn auch erbracht zu haben (Naturwiss. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 11. Jahrg., 1913, p. 13). Einwände sind aber immerhin möglich und wäre eine Ausdehnung der Versuche der Zahl nach und unter Verwendung stärkerer, mit Misteln besetzter

nach einem Wege, der wenigstens das eine erweisen sollte, daß die Mistel nur die Nährsalze und das Wasser benötigt, also als reiner Halbschmarotzer tatsächlich das Auslangen findet.

Diesen Beweis dachte ich mir auf folgende Weise erbringbar. Wenn man ein mistelbesetztes Bäumchen der Krone und des Laubwerkes, also des gesamten Assimilationsapparates beraubte und es gelänge, auf diesem Baumstumpf die Misteln durch Jahre am Leben zu erhalten, so müßte das erweisen, daß der Mistel ihr eigener Assimilationsapparat genügt.

Freilich durfte man gleich im vorhinein annehmen, daß dauernd, etwa durch Dezennien, sich ein solcher Baumstumpf nicht wird erhalten lassen; denn die Mistelpflanzen werden von Jahr zu Jahr kräftiger, ihre Rindenwurzeln breiten sich aus und sie und die zahlreichen Senker zerstören Gewebe des Trägers, der der Assimilationsorgane beraubt, für seine eigene Verteidigung und Kräftigung nichts zu tun in der Lage ist und daher früher oder später zugrunde gehen müßte.

Diesen Versuch setzte ich mit einem im Jahre 1907 mit Misteln besiedelten Lindenbäumchen im März 1912 tatsächlich in Gang und wir werden alsbald sehen, daß während des Jahres 1912 die Misteln auf dem laublosen Lindenstamm großartig gediehen. Ich betone aber nochmals, daß ich darin den angestrebten Beweis nicht als erbracht ansehe, denn es ist der Einwurf mehr als berechtigt, daß in dem gekappten Lindenstamme Reservestoffe organischer Natur aufgespeichert waren, von welchen die Misteln mit Nutzen zogen. Wie schon gesagt, müßte die gute Erhaltung der Misteln durch einige Jahre dauern, um annehmen zu können, daß das ursprünglich vorhandene Reservematerial im Baumstumpfe schon längst ver-

---

Zweige (die im Winkler'schen Versuche benützten wurden als »daumenstark« bezeichnet) erwünscht. Jedenfalls scheint mir Winkler etwas extrem denjenigen gegenüber, die in der Mistel einen reinen Halbschmarotzer erblickten, die eigene Assimilationstätigkeit der Mistel zu gering einzuschätzen. Er sagt: »Höchstwahrscheinlich werden die grünen Mistelgewächse durch Assimilation einen Teil ihres Bedarfes an plastischen Stoffen selbst decken, sie sind aber auch wesentlich auf die organische Substanz des Wirtes angewiesen.« Daß die Mistel assimilatorisch recht leistungsfähig ist, dafür spricht nicht nur ihr gut entwickeltes Laubwerk, sondern dies ist auch jederzeit durch einfache Versuche leicht nachweisbar.

braucht worden sei und alles zur Existenz der Misteln nötige plastische Material eigener Assimilationstätigkeit entstamme. Dieses Ziel wurde nun nicht erreicht, denn im Frühjahre 1913 starb der Lindenstamm samt den Mistelpflanzen ab. Über die mutmaßlichen Ursachen will ich mich noch später äußern.

Doch führte dieser Versuch zu einer Reihe von Beobachtungen, um deren Mitteilung es sich eigentlich hier handelt.

Wie schon berichtet, wurde das Lindenbäumchen im März 1912 seiner Krone beraubt, bevor der Frühjahrstrieb der Linde und der Mistelpflanzen erfolgt war. Die vorhandenen zehn Mistelpflanzen verschiedener Stärke saßen alle am Hauptstamm der Linde. Ein in Fig. 1, Taf. I gegebenes Bild, aufgenommen am 28. Mai, nachdem allerdings die Misteln ihren Frühjahrsaustrieb schon vollzogen hatten, veranschaulicht zunächst die Art der Ausführung des Versuches. Die erste unerwartete Tatsache war nun die, daß seitens des Lindenstammes kein Versuch gemacht wurde, assimilierende Organe, Sprosse mit Blättern zu regenerieren.[1] Bei Ausführung des Versuches erwartete ich, daß fortwährend am Lindenstumpf Knospen adventiv entstehen würden, die im Sinne des geplanten Versuches hätten jeweilig gleich entfernt werden müssen. Aber die allgemeiner für Regenerationsvorgänge geltende Regel, daß die fehlenden Organe ersetzt werden, wurde hier nicht realisiert, der Lindenstumpf adoptierte gewissermaßen die Misteln als seine Krone. Obwohl nun ein entsprechendes Gegenexperiment fehlt, ein Lindenbäumchen ohne Misteln, dem ebenfalls die Krone genommen worden wäre, so wird die Annahme doch berechtigt sein, daß dieses Sprosse mit Blättern regeneriert hätte. Es ist kaum anzunehmen, daß der Linde ein solches Regenerationsvermögen abgehen sollte und ich erblicke darum in dem Ausfall der Regeneration in meinem Versuche eine erste bemerkenswerte Korrelationserscheinung. Die Regeneration eigener Sprosse und Blätter unterblieb seitens der Linde, weil in den Misteln assimilierende und trans-

[1] Ähnlich verhielten sich bei den unter 1. von Winkler angeführten Versuchen, die entlaubten, einen Mistelbusch tragenden Äste. Allerdings sind diese Versuche und meinige in keine enge Parallele zu ziehen, da ja in meinem Falle der ganze Baum laublos gemacht wurde.

spirierende Organe vorhanden waren. Wie üppig die Misteln gediehen, erweist die Aufnahme des Versuchsobjektes vom 20. September 1912 (Fig. 2, Taf. I). Der Lindenstumpf besitzt nun eine veritable Laubkrone, gebildet von den mächtig entwickelten Mistelpflanzen. Die Blätter derselben erreichten ganz ungewöhnliche Dimensionen: 9·5 *cm* Länge bei 2·3 *cm* Breite; ebenso ungewöhnlich war die Länge der Internodien, die 9 bis 10 *cm* bei den stärksten Pflanzen erreichte.[1]

Das üppige Gedeihen der Pflanzen fand aber noch in anderer Weise einen Ausdruck. Die Mistel treibt, soviel bisher bekannt, nur eine Sproßgeneration im Frühjahre. Die starken Pflanzen auf dem Lindenstumpf trieben aber, außer dieser, im Anfang des August eine zweite. Man kann diesen zweiten Austrieb schon in der Fig. 2, Taf. I erkennen, besser sichtbar aber wird er an der in Fig. 3 gegebenen, ebenfalls am 20. September gemachten Aufnahme, die den oberen Teil des ersteren Bildes allein enthält. Das kalte Wetter, das im August und September 1912 herrschte, ließ allerdings die Sprosse und Blätter des zweiten Triebes nur wenig wachsen. In diesem proleptischen Treiben könnte man eine Reaktion auf den Ausfall von Konkurrenz erblicken. Da die Linde kein eigenes Laub besaß, kam die ganze Tätigkeit ihres Wurzelwerkes den Misteln zugute.[2]

[1] Schon Koernicke (»Biologische Studien an Loranthaceen«, Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, 2. Serie, Suppl. III, 1910, p. 689) hat, veranlaßt durch die Beobachtung, daß fast laublose Bäume eine Menge belaubter, großer Loranthaceenbüsche tragen, die Frage aufgeworfen, ob zwischen Wirt und Parasit nicht etwa auch ein mutualistisches Verhältnis Platz greife, d. h., daß der erstere als Unterlage von den Assimilaten des Parasiten seinen Anteil erhalten könne. Die starke Entwicklung der »Mistelkrone« auf dem Lindenstumpf ließ auch mir eine solche Annahme im Bereiche des Möglichen erscheinen. Es wäre diese durch ein weiter erfolgendes Dickenwachstum des Lindenstammes gestützt erschienen. Wiederholte Messungen haben aber keinen Beleg dafür erbracht.

[2] Diese Deutung erscheint mir auf Grund einer nachträglichen Beobachtung etwas fraglich. In den biologischen Gruppen unseres Gartens steht nämlich eine zweite Linde, die, gleichzeitig mit der zu dem beschriebenen Versuche verwendeten, 1907 mit Samen der Lindenmistel belegt wurde. Ich beobachtete nun an den Misteln dieses Lindenbäumchens im Oktober 1913 ebenfalls einen zweiten Jahrestrieb, obschon das Lindenbäumchen seine intakte Laubkrone behalten hatte. Allerdings ist in dem Falle der 2. Austrieb gegenüber jenem am

Aber abgesehen von den beiden besprochenen Erscheinungen, ist gewiß auch die Tatsache von Interesse, daß die Wurzeln und der Stamm der Linde durch die ganze Vegetationsperiode in ihren Funktionen tätig erhalten blieben durch die Lebensbetätigung eines fremdartigen Organismus, in dessen Diensten die Wurzeln die Aufnahme des Wassers und der Nährsalze besorgten und mit dem Stamme zugleich, die Leitung derselben zu den transpirierenden und assimilierenden Organen der Mistel. Der Stammstumpf der Linde verhielt sich gegenüber den Misteln so, wie er sich gegen ein Pfropfreis verhalten haben würde; allerdings mit dem Unterschiede, daß im letzteren Falle eine enge Verwandtschaft zwischen Unterlage und Reis bestehen muß, damit letzteres gedeihe. Ein ähnliches, aber weniger auffälliges Ergebnis, habe ich übrigens schon bei dem Studium der Gattung *Melampyrum* erhalten und nebenbei erwähnt.[1] Ein Haselbusch, zwischen dessen Wurzelwerk im Herbste *Melampyrum*-Samen ausgelegt worden waren, erwies sich im folgenden Jahre oberirdisch als völlig abgestorben; seine Wurzeln aber blieben am Leben und wurden in Tätigkeit erhalten durch zahlreiche *Melampyrum*-Pflanzen, deren Saugorgane ihnen aufsaßen. So konnten die *Melampyrum*-Pflanzen ihren Lebenslauf vollenden, zum Blühen und Fruchten kommen.

Wie schon erwähnt, starb im Frühjahre 1913 der gekappte Lindenstamm mit seiner Mistelkrone ab und mein Versuch fand ein unerwartet frühes Ende. Doch bin ich nicht der Ansicht, daß am Zugrundegehen des Lindenstammes eine übermäßige Entwicklung von Rindenwurzeln und Senkern seitens der Misteln schuld trug, sondern vielmehr die Tatsache, daß der

---

Versuchsbäumchen 1912, trotz günstigerer Wetterverhältnisse, etwas zurückstehend. Immerhin erscheint es möglich, daß ein zweiter Jahrestrieb an kräftigen Mistelpflanzen öfters vorkommt, bisher aber der Beobachtung entgangen ist. An sehr üppigen Mistelbüschen auf einem Apfelbaum (Besiedelung gleichfalls 1907) fehlte ein solcher. — Eine zweite Möglichkeit wäre die, daß es sich um eine Rasseneigentümlichkeit der Mistelpflanze, deren Beeren verwendet wurden, handle.

[1] Die grünen Halbschmarotzer. V. Melampyrum (Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. XLVI, 1909, p. 355).

Lindenstamm und die Misteln eben keine harmonisch geleitete Einheit waren. Der März brachte starke und andauernde Föhnstürme, die Misteln mit ihren großen Blättern transpirierten zu stark und der Nachschub des Wassers seitens der Linde wurde nicht besorgt, da ihr Wurzelwerk in dem zum Teil noch gefrorenen Boden lag. So wurde alles Wasser dem Lindenstamm entzogen, er begann von oben nach unten zu schrumpfen und in gleicher Folge ging auch das Welken der Mistelpflanzen vor sich. Durch Eindecken des Bodens im Herbste hätte sich das Gefrieren desselben verhindern lassen und der geplante Versuch hätte dann vermutlich weitergeführt werden können.

Die stärkste der Mistelpflanzen, die auf dem Lindentorso vorhanden war, wurde zur Zeit, als das Eintrocknen begann, an der Basis abgeschnitten und konserviert. Sie ist in Fig. 4, Taf. I in nicht ganz $^1/_4$ natürlicher Größe abgebildet und stellt den Zustand dar, den sie Ende September 1912 erreicht hatte.

Der zweite Jahrestrieb tritt hier noch deutlicher hervor als in den Fig. 2 und 3 der Taf. I. Besonders interessant ist die Pflanze aber deshalb, weil ihre Hauptachse durch sechs Internodien fortgesetzt erscheint. Schon in einer früheren Mitteilung[1] habe ich darauf hingewiesen, daß die Eichler'sche[2] Angabe, jede Achse unserer Mistel entwickelte nur ein Internodium und bilde nur ein Laubblattpaar, irrig ist und führte Fälle an, in denen die Hauptachse durch 2 bis 3 gestreckte Internodien zu verfolgen war. Von der in Fig. 4 dargestellten Pflanze wurden, wie gesagt, 6 aufeinanderfolgende Internodien von der Hauptachse gebildet und falls die Pflanze weitergewachsen wäre, ist es nicht unwahrscheinlich, daß die Internodienzahl sich noch vermehrt hätte. Meine an letztgenanntem Orte ausgesprochene Vermutung, daß eine solche Fortbildung der Hauptachse bei üppig wachsenden Pflanzen auf zusagender Unterlage zu finden sei, hat sich meinen inzwischen gewonnenen Erfahrungen nach bestätigt und kann als eine sehr häufige Erscheinung bezeichnet werden. Von den 9 Pflanzen, die an dem Lindenstumpf im

[1] »Beiträge zur Kenntnis der Mistel«, Naturw. Zeitschr. für Land- und Forstwirtschaft, 1907, p. 375 usf.

[2] »Blütendiagramme«, II. T., p. 552.

Frühjahr 1913 nachweisbar waren, hatten noch zwei andere die Hauptachse ebenfalls durch 6 Internodien fortgebildet, drei der Pflanzen durch 4 und drei durch 3. Man sieht also, daß bei gutem Gedeihen der Misteln, die Ausbildung mehrerer Internodien seitens der Hauptachse zur Regel wird. An solchen Hauptachsen bleibt es dann auch nicht bei der Bildung eines einzigen Laubblattpaares, sondern an jedem Knoten wird ein solches entwickelt. (Vgl. hiezu die Abbildung Fig. 5, p. 376 an zitierter Stelle und auch Fig. 1, Taf. III.) Daß auch an Seitenachsen erster Ordnung eine Fortentwicklung durch mindestens 2 Internodien vorkommt, wurde ebenfalls an angezogener Stelle von mir nachgewiesen. An den ersten Seitenzweigen einer kräftigen Pflanze konnte ich neuerdings die Fortsetzung der Achse durch 3 Internodien feststellen. Die Seitensprosse höherer Ordnung allerdings scheinen stets nur ein Internodium zu bilden und auch nur aus basalen Knoten hervorgehende Zweige (an Hauptachsen mit mehreren Internodien) können allenfalls mehrere Internodien zeigen.

Eine recht eigenartige Korrelationserscheinung wurde an einer mit Misteln besiedelten Nordmannstanne beobachtet. Mit anderer Fragestellung wurden im Herbste 1907 2 Exemplare von *Abies Nordmanniana* mit Tannen-Mistelsamen belegt. Wie an anderer Stelle [1] mitgeteilt wurde, gedeihen die Tannen-Misteln auf diesem Wirte üppiger als auf unseren Tannen. Bei einem der erwähnten Versuchsbäume starb der Gipfeltrieb ab. Nun gehört ja der Ersatz des verlorenen Gipfels bei den Koniferen durch einen Ast (seltener mehrere) des nächsten Wirtels zu den bekanntesten pflanzlichen Korrelationserscheinungen. Obige Versuchstanne machte und macht nun keine Miene, einen Trieb des obersten Astwirtels zum Ersatz des Gipfels heranzuziehen und zwar wohl deshalb, weil nächst der Basis eines der Seitentriebe eine Mistel sich ent-

[1] Experimentelle Beiträge zur Frage nach den Rassen und der Rassenbildung der Mistel (Zentralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, Abt. II, 31. Bd., 1911, p. 263).

wickelt hat und allem Anschein nach diese nun von der Tanne als ihr Gipfel anerkannt wird.[1] Zwei im Frühjahre 1912 angefertigte Aufnahmen führen diese Tanne vor; eine, Fig. 1, Taf. II gibt eine Seitenansicht, in der die noch kleine Mistel noch wenig hervortritt,[2] die andere, von oben genommen, Fig. 2, Taf. II, läßt sie besser hervortreten. Zur Zeit ist das sehr eigentümliche Aussehen dieser Tanne noch viel auffälliger, weil die inzwischen stark ins Wachsen gekommene Mistel schon einen ansehnlicheren Busch bildet und die Tanne, ohne Höhenzuwachs, Ersatz dafür in den breit ausladenden Seitenästen sucht. Die Erklärung, die der Erscheinung gegeben wurde, dürfte ja wohl das Richtige treffen, ist aber auch experimentell, wenn auch auf etwas langwierigem Wege, prüfbar. Immerhin kann zur Stütze derselben hervorgehoben werden, daß zufällig noch 2 Pflanzen von *Abies Nordmanniana*, gleicher Stärke und gleichen Alters wie diejenigen, die mit Misteln besiedelt wurden, ihren Gipfel verloren. Beide ersetzten ihn aber prompt durch einen Ast des obersten Wirtels in der bekannten Weise, wie sie die Aufnahme in Fig. 3, Taf. II zeigt.

B. Die das Wachstum der Mistel begleitenden Krümmungsbewegungen.

An den Misteln, die auf dem im ersten Teile erwähnten Lindenbäumchen, d. h., nach Entnahme des Gipfels auf dem Stammstumpf desselben wuchsen, wurden Wachstumsbewegungen beobachtet, über die bisher keine Mitteilungen vorliegen. Daß sie allgemein der Mistel zukommen und nicht etwa durch die Mißhandlung der Linde hervorgerufene Ausnahmsvorkommnisse sind, wurde durch die Feststellung der gleichen

---

[1] Der größere Nahrungszufluß, der normal dem Gipfeltrieb zufließt, wird hier von der angesiedelten Mistel beansprucht worden sein und so wurde kein Seitenast veranlaßt, den Gipfel zu ersetzen. Das würde mit dem Gedankengang Göbel's über Ursache des Gipfelersatzes bei Koniferen übereinstimmen. (Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen, Teubner's Verlag 1908).

[2] Dieses Bild wurde bereits in meinem Artikel »Ernährungsphysiologische Rassen der Mistel« (Kosmos, Handweiser für Naturfreunde, Jahrgang 1913, H. 2, p. 46) veröffentlicht.

Erscheinungen an Misteln, die auf einem intakten Apfelbäumchen wuchsen, im laufenden Jahre sichergestellt.

Den Verfolg der Tatsachen will ich in der Weise führen, daß ich den Entwicklungsgang jener stärksten Mistelpflanze, die dem Linden-Torso im Frühjahre 1913 entnommen wurde, in Fig. 4, Taf. I, abgebildet vorliegt und in anderer Beziehung schon besprochen wurde, an der Hand wiederholter, während des Jahres 1912 gemachter Aufnahmen, beschreibe.

Wie bekannt, gilt die Mistel als eine der wenigen Samenpflanzen, die jeder Empfindlichkeit für den Reiz der Schwere entbehren soll. So findet sich noch in der 1913 erschienenen 3. Auflage von Jost's »Vorlesungen über Pflanzenphysiologie«, p. 576, die Angabe: »Doch fehlt es nicht an Pflanzen, die gar nicht geotropisch sind, wie z. B. die Mistel und gewiß viele Algen«. Dem ist nun nicht so, vielmehr zeigen alle jungen Triebe der Mistel in jedem Frühjahr eine negativ geotropische Reaktion. Doch erklärt sich das bisherige Übersehen derselben leicht, erstens weil die Periode geotropischer Empfindlichkeit eine kurze und die Reaktion keine dauernde ist, zweitens weil die Situation der Misteln an den Wirtsbäumen zumeist die Beobachtung erschwert. Infolge der vielen Kulturen, die ich auf kleineren Wirtspflanzen durchführte, war es natürlich viel leichter, auf die betreffenden Erscheinungen aufmerksam zu werden.

Fig. 1, Taf. III, zeigt uns die erwähnte Mistelpflanze auf dem Lindenstumpf nach einer Aufnahme im März 1912, vor dem Schieben des Frühjahrstriebes.

In der folgenden Fig. 2, Taf. III, ist dieselbe Pflanze am 28. Mai aufgenommen. Der Jahresaustrieb ist nun vollzogen und wir sehen alle jungen Sprosse mehr oder minder stark gekrümmt. Besonders die Seitentriebe (Achsen zweiter Ordnung) haben durch diese Krümmung ihre Vegetationspunkte in die Lotlinie nach oben gestellt, hingegen ist dies an dem neu zugewachsenen Internodium der Hauptachse noch nicht vollends erreicht. Alle Mistelpflanzen auf dem Lindenstumpf zeigten zu dieser Zeit das gleiche Verhalten, das auch auf der in Fig. 1, Taf. I, gegebenen, am gleichen Tage gemachten Aufnahme des gesamten Lindenstumpfes mit seiner Mistelvegeta-

tion, recht auffällig hervortritt. Diese negativ-geotropische Reaktion wird allerdings nicht dauernd festgehalten und bald von Nutationsbewegungen abgelöst. Solche zeitlich beschränkte geotropische Empfindlichkeit ist ja mehrfach nachgewiesen; man vergleiche speziell das über das Verhalten der Keimstengel von Sperlich Ermittelte.[1] In der 3. Aufnahme (Fig. 3, Taf. III), der in den Bildern Fig. 1 und 2 in früheren Stadien wiedergegebenen Mistel, gemacht am 13. Juni, ist die in Fig. 2 vorhandene scharfe Aufwärtskrümmung der dort sichtbaren Seitensprosse gänzlich verschwunden; nur zwei basale, verspätet entwickelte Seitensprosse zeigen sie, stehen noch unter dem Einfluß des Geotropismus. In dieser etwas weniger als Fig. 2 verkleinerten Aufnahme ist eine andere unterhalb aufsitzende Mistel an den Stamm gebunden worden, um das Sproßsystem der Pflanze, auf die es eigentlich ankam, übersichtlicher hervortreten zu lassen. Die Lage der Sprosse ist in Fig. 3, Taf. III eine recht wechselnde, auch sind zur Zeit nur seichte Krümmungen an denselben bemerkbar, doch stellten sich später wieder stärkere ein. Besonders sei auf den Sproß bei *x* aufmerksam gemacht, der in der Aufnahme vom 28. Mai (Fig. 2) stark nach oben gekrümmt war, während er am 13. Juni fast gerade nach abwärts stand. Die geotropischen Krümmungen sind jetzt von Nutationsbewegungen abgelöst. Noch am 15. Juli wurden Krümmungen, teils mit relativ kleinem, teils mit großem Radius beobachtet und waren dieselben bald nach oben, bald nach unten bald seitwärts orientiert. Auch partielles Umschlingen benachbarter Triebe infolge von Nutation wurde gesehen. Unter normalen Umständen ohne luxurierendes Wachstum und bei normalen Wetterverhältnissen dürfte in der Regel ein Ausgleich der Krümmungen vor Abschluß des Wachstums durch Autotropismus erfolgen.

Bei der hier betrachteten Pflanze wurde dieses Ziel im Herbste nicht erreicht, woran wohl das mit der ersten Augustwoche eingetretene und durch den September andauernde rauhe Wetter mit seinen tiefen Temperaturen Schuld sein dürfte.

---

[1] »Über Krümmungsursachen bei Keimstengeln etc.«, Jahrb. für wissenschaftliche Botanik, Bd. L, 1912.

Noch in der Aufnahme vom 30. September (Fig. 4, Taf. III) sind starke Krümmungen, so besonders an den mit x bezeichneten Sprossen vorhanden gewesen und ein Teil derselben Krümmungen ist noch an der am 15. März 1913 abgenommenen, im Schrumpfen begriffenen Pflanze ersichtlich (Fig. 4, Taf. I).

Diesen Nutationsbewegungen wurde an einer sehr kräftigen, auf einem Apfelbäumchen erwachsenen Mistelpflanze im Jahre 1913 neuerlich einige Beachtung gewidmet. Am 26. Mai zeigten alle neu ausgetriebenen Sprosse die charakteristische, gleichsinnige Aufwärtskrümmung, wie sie oben geschildert wurde, waren also unter dem Einfluß des geotropischen Reizes negativ orientiert.[1] Die ungemein kräftige Pflanze hatte im Vorjahre einen sechszähligen Wirtel von Seitensprossen (Sprosse zweiter und dritter Ordnung) gebildet. Die Zweige dieser Sprosse (dritter und vierter Ordnung), die im Frühjahre 1913 entstanden, waren es, die der Beobachtung unterzogen wurden. Auch diesmal wurden mehrfach wieder 6 Sprosse im Wirtel erzeugt. Ein solcher Sproßwirtel liegt in den Abbildungen der Fig. 5, Taf. I, vor. Die Achse des vorjährigen Sprosses stand mehr oder minder wagrecht von der Hauptachse ab. Die neuentstandenen Zweige, die den Sechserwirtel bilden, sind bekanntlich ungleicher Ordnung. Die mit I und I_1 bezeichneten sind dritter Ordnung und Achselsprosse der Laubblätter des vorjährigen Triebes. Aus den Achseln der schuppenartigen Blätter am Grunde der Zweige I und I_1 gehen wieder je 2 Sprosse hervor, die vierter Ordnung, also Seitensprosse von I und I_1 sind. Durch zurückstehende Internodienlänge sind sie meist von den erzeugenden Sprossen verschieden.

Wie schon erwähnt, waren alle diese Sprosse am 26. Mai geotropisch aufwärts gekrümmt. Ihre konkave Oberseite wurde in der Mittellinie durch einen Tuschstreifen markiert, um durch die Lageveränderungen dieses die kommenden Nutationsbewegungen besser verfolgen zu können. (Dasselbe geschah

[1] Die Konstanz in der Aufkrümmung aller jungen Sprosse im Frühling jedes Jahres weist wohl mit Sicherheit auf den Geotropismus als auslösenden Faktor hin. Zur experimentellen Beweisführung, etwa mittels Klinostaten, sind Mistelbüsche mit ihren Wirtspflanzen gerade kein handliches Objekt.

auch an anderen Verzweigungssystemen, doch genügt hier der Verfolg des einen.) Zur Erklärung der beiden Bilder der Fig. 5, Taf. I sei Folgendes bemerkt. Die relative Hauptachse lag wesentlich wagrecht in der OW-Richtung. *B* gibt die Stellung des Beobachters an, der von oben auf das Verzweigungssystem sah und an 2 Tagen, am 14. und am 21. Juni, die Lage der Sprosse und den Verlauf der Tuschlinie in Horizontal-Projektion möglichst genau aufnahm. Es wird so ersichtlich, welche Lageveränderungen sich von der ersten bis zur zweiten Aufnahme vollzogen hatten.

Die geotropische Stimmung klang anfangs Juni aus und Nutation trat an die Stelle der geotropischen Aufrichtung. Es sei im besonderen über die Veränderungen der Lage der Sprosse I und I_1 etwas mehr Detail gegeben. Am 12. Juni war bei I die Tuschlinie oben geblieben, die Konkavität der Krümmung aber an die *S*-Flanke verlegt; bei I_1 sah diese nach unten. Am 14. Juni (obere Skizze in Fig. 5, Taf. I) war bei I die Konkavität noch immer südwärts gewendet, die Tuschlinie lag aber nur an der Basis des Sprosses oben, trat weiterhin an die Südflanke und war im Gipfelteil des Internodiums von oben nicht mehr sichtbar. Ähnlich verhielt sich I_1. Die Lage der Seitensprosse von I und I_1 möge an der Skizze verfolgt werden.

Im ganzen Sproß-System tritt gewissermaßen eine Orientierung südwärts hervor.

Gerade entgegengesetzt ist das Verhalten acht Tage später, welches die am 21. Juni aufgenommene, untere Skizze wiedergibt. Schon am 18. Juni war bei I eine leichte Wendung nordwärts gegeben, doch war die konkave Seite in der Hauptsache nach unten gerichtet, die Tuschlinie verlief aber oben auf der Konvexseite; I_1 war an diesem Tage gerade. Am 21. Juni ist allgemein eine Krümmungstendenz nach Norden hervortretend. Bei I ist dies am stärksten der Fall und an der *N*-Flanke liegt im wesentlichen auch die Tuschlinie. I_1 zeigte eine geringere Krümmung, die Tuschlinie verlief oben.

Die Nutationen ließen sich bis gegen Mitte August gut verfolgen, ja, an den Sprossen I und I_1 waren am 5. September noch Lageänderungen gegenüber den Aufzeichnungen vom 13. August feststellbar. Hingegen hatten die letzten Aus-

zweigungen, die Seitensprosse von I und I_1 am 5. September wesentlich die Lage vom 13. August beibehalten und zeigten keine Krümmungen mehr.

Auch 1913 bleiben aber an dem großen Mistelbusch einige Sprosse 3. Ordnung (entsprechend I und I_1) allem Anschein nach dauernd gekrümmt, wie ich es am heutigen Tage (14. Oktober) sah.

Während von den hier dargelegten negativ geotropischen Reaktionen und Nutationen der Mistelsprossen meines Wissens nirgends Erwähnung getan ist,[1] liegen hingegen einige Angaben über negativen Geotropismus und Nutationen des Hypokotyls der Keimpflanze von *Viscum* seitens Wiesner's [2] vor. Wiesner nennt in seinen Abhandlungen das hypokotyle Stengelglied meist »Würzelchen« und wenn er schon in Klammern stellenweise erläuternd »hypokotyles Glied« hinzufügt, so halte ich es doch für unzweckmäßig für ein Organ, dessen wahre Natur erkannt und das keine Wurzel ist, obige Bezeichnung anzuwenden. Es wirkt doch teilweise irreführend und kommt dann bei anderen Autoren in Gebrauch und zwar in einer Weise, die selbst den Fachmann im Unklaren läßt, ob hier nur eine unzweckmäßige Anwendung des Wortes Wurzel stattfindet oder dem Organ wirklich Wurzelcharakter zugeschrieben wird.[3]

---

[1] Es gelang mir nachträglich eine Abhandlung von Ch. Guérin (Notes sur quelques particularités de l'histoire naturelle du Gui, *Viscum album*, erschienen 1892 im Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie, 4e série, 6e Vol.) einzusehen, in der sich viele gute Beobachtungen neben Irrtümern finden. Auch der hier geschilderten Wachstumsbewegungen der jungen Sprosse ist gedacht, jedoch wird die ursprüngliche Aufwärtskrümmung nicht als geotropische Reaktion bezeichnet.

[2] Pflanzenphysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg (IV). Vergleichende physiologische Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus*. (Diese Berichte, Bd. CIII, Abt. I, 1894.)

[3] Dies ist mehrfach in den Mistelstudien von Tubeufs der Fall. (Vgl. z. B. »Beitrag zur Biologie der Mistelkeimlinge«; Naturwiss. Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft, 5. Jahrg., 1907.)

Zweifel, ob der Autor die richtigen Tatsachen kennt oder nur aus Oberflächlichkeit falsche Bezeichnungen anwendet, erregt auch Benecke in seiner Bearbeitung der Parasiten für das »Handwörterbuch der Naturwissenschaften« (Bd. VII, 1912). So schreibt er p. 506: »Ähnlich die »epiphytoiden« Halbparasiten (wie die Mistel). Auch hier prägt sich die Anpassung meist weniger in der

Ich halte den Embryo aller Loranthaceen für wurzellos;[1] da aber bei einer Anzahl tropischer (z. B. aus der Gattung *Loranthus*) adventiv doch echte Wurzeln gebildet werden, ist eine kritische Verwendung des Wortes Wurzel hier doch zu empfehlen.

Wiesner's Beobachtungen beziehen sich zunächst allerdings auf die beiden tropischen *Viscum*-Arten *V. articulatum* und *V. orientale*,[2] bei denen er einen negativen Geotropismus als sichergestellt ansieht. Bezüglich des *Viscum album* sagt er selbst: »Mit jener Schärfe, mit welcher der negative Geotropismus des Würzelchens der tropischen *Viscum*-Arten hervortritt, stellt sich diese Wachstumsbewegung bei den Samen von *Viscum album* nicht ein. Durch direkte Beobachtung der natürlichen Wachstumsrichtungen des Würzelchens läßt sich indeß in dieser Frage keine Klarheit gewinnen, vielmehr muß zu diesem Behufe zur experimentellen Prüfung der Wachstumsrichtung geschritten werden.«[3] Wiesner führte nun einen Klinostatenversuch bei vertikal stehender Rotationsachse unter Bedingungen aus, die negativ heliotropische Reaktion des »Würzelchens« ausschlossen und berichtet dann: »So lange die Würzelchen nur eine Länge von wenigen Millimetern hatten,

---

Form von Stengel und Blättern aus, als in den Wurzeln (von mir gesperrt) mit ihren mannigfachen Umbildungs- und Reduktionserscheinungen«. Und p. 507: »Bei unserer Mistel dringt die Keimwurzel (von mir gesperrt) direkt ins Innere der Wirtsrinde, treibt in dieser dahin kriechende »Rindensaugstränge«, die dann ihrerseits Senker bis aufs Holz treiben etc.«

Die Rindensaugstränge oder Rindenwurzeln der Mistel sind mit einiger Wahrscheinlichkeit als reduzierte Wurzeln anzusehen und homolog den echten Wurzeln, die tropische Loranthaceen adventiv aus dem Stamm entwickeln. Die vielfach in den Lehrbüchern zu treffende Angabe, daß die Haustorien phanerogamer Parasiten reduzierte Wurzeln seien, ist nicht richtig; Haustorien haben nur Funktionen der Wurzeln zu vollführen, ihrer Entwicklungsgeschichte nach sind sie aber Organe sui generis.

[1] Eine Wurzel fehlt ja auch den Embryonen nichtparasitärer Dikotylen, z. B. Drosera (Vgl. E. Heinricher: »Zur Kenntnis von Drosera«, Zeitschrift des Ferdinandeums, III. Folge, 46. Heft, Innsbruck 1902, p. 10 des Sonderabdruckes und Nachtrag zu oben genannter Abhandlung, ebendort, 47. Heft, 1903).

[2] A. a. O., p. 12.

[3] A. a. O., p. 31.

war eine Emporkrümmung nicht wahrnehmbar, oder es erschien als etwas rein Zufälliges, denn es krümmten sich dieselben, offenbar infolge spontaner Nutationen, nach den verschiedensten Seiten« . . . »Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß die jungen, noch stark heliotropischen Würzelchen von *Viscum album* bei Ausschluß der einseitigen Wirkung des Lichtes spontane Nutationen nach den verschiedensten Richtungen ausführen und daß die unter normalen Verhältnissen einseitig beleuchteten Würzelchen deßhalb nur negativ heliotropisch gekrümmt sind, weil die Kraft der heliotropischen Bewegungen der Würzelchen die genannten spontanen Nutationen bis zur Unkenntlichkeit überwindet.

Wenn aber die Würzelchen nach wochenlang andauernder Entwicklung die beträchtliche Höhe von 5 bis 10 *mm* angenommen haben, dann läßt sich an denselben auf dem Klinostaten negativer Geotropismus konstatieren. Es krümmen sich aber nicht alle, sondern nur viele Würzelchen empor, zum Zeichen, daß dem negativen Geotropismus selbst in diesem Entwicklungsstadium noch spontane Nutationen entgegenwirken. (Von mir durch Sperrung hervorgehoben.) In diesem Entwicklungsstadium sind die Würzelchen in ihrer Weiterentwicklung vom Lichte unabhängig geworden.«

Die sich am Hypokotyl einstellenden Nutationsbewegungen und das Verschwinden der heliotropischen Reizbarkeit am Hypokotyl der älteren Mistelkeimlinge kann ich aus eigenen Beobachtungen bestätigen, hingegen erscheint mir die negativ geotropische Reaktion, zum mindesten bei *Viscum album*, doch noch recht fraglich. Die in dieser Frage von mir bemerkten Tatsachen ergaben sich bei einem zunächst mit anderer Fragestellung angestellten Versuch. Der Sachverhalt ist folgender: Am 21. Dezember 1912 wurden auf einer Glasplatte 20 Samen einer Linden-Mistel ausgelegt. Die Platte wurde horizontal auf einem weißen Porzellanteller gelegt und kam in das nordseitig gelegene Versuchsgewächshaus, das Oberlicht und Vorderlicht vom N hat. Da das Haus im Winter nicht geheizt wurde, begann die Keimung erst am 24. März; bis 1. April waren 17 Samen gekeimt, am 10. April alle. Die Kultur blieb weiterhin stehen, ohne daß genauere Beobachtung erfolgte. Am 25. Juni

wurde aber der in der Fig. 4, Taf. II, $1^1/_2$fach vergrößerte Same mit seinen 2 Keimen beachtet. Man sieht, daß der eine Keim des mit Viscin an der Platte klebenden Samens sich mit einer Haftscheibe an die Glasplatte angeheftet hat, das hypokotyle Glied des zweiten aber sein verdicktes Ende in die Lotlinie, dem Lichte entgegen, eingestellt hat. Auch mir kam zunächst der Gedanke, daß hier eine Reaktion auf einen negativ-geotropischen Reiz vorliege. Doch weitere Überlegung und der Vergleich mit dem Verhalten der übrigen Keimlinge auf der Platte läßt mir den negativen Geotropismus sehr fraglich erscheinen, wohl aber die Nutationsbewegungen des Hypokotyls sicherzustellen. Von den zur Zeit (25. Juni) noch vorhandenen 19 Samen (einer war samt dem Keimling abgestorben) war nämlich bei 13 eine mehr oder minder starke Aufrichtung des Hypokotyls eines Keimlings wahrzunehmen.

Die Aufrichtung erreichte aber nirgends annähernd den Grad, wie bei dem in Fig. 4, Taf. II abgebildeten Keime; meist waren die Hypokotyle unter geringem Winkel von der Glasplatte erhoben und hatten eine Lage, die als Reizlage für negativen Geotropismus geradezu günstig erschien. Von den 13 Samen, die aufgerichtete Hypokotyle zeigten, hatten noch 9 sowie der abgebildete, 2 Keimlinge, von denen der eine mit einer Haftscheibe am Glase angeheftet war, der andere mehr oder minder aufstrebte; 3 Samen, die nur einen Keim enthielten, zeigten gleichfalls einen mehr oder minder abgehobenen Hypokotyl.[1] Dieses Verhalten erklärt sich wohl daraus, daß für die Orientierung des bei der Keimung austretenden Hypokotyls, je nach der Lage der Embryonen im Samen, bald mehr das Vorder- bald mehr das Oberlicht bestimmend gewesen sein mag. Auch war bei den früheren Revisionen der Keimlinge nicht streng darauf geachtet worden, daß die Lage der Platte eine konstant gleiche blieb, weil solches, bei dem ursprünglichen Zwecke des Versuches, nebensächlich war. So gelang es den Hypokotylen der erwähnten 13 Embryonen nicht, innerhalb der Periode, da jene negativ heliotropisch gestimmt sind,

[1] Von diesen Keimen leben am 1. Dezember noch 8; das hypokotyle Glied erscheint bei einigen jetzt stärker aufgerichtet.

sich an der Glasplatte mit einer Haftscheibe zu befestigen und es war nunmehr die Möglichkeit gegeben, daß die Nutationsbewegungen zum Ausdrucke kommen konnten.[1] Da die Keimlinge nur im der Glasplatte adhärierenden Samen, mit dem plumularen Pol, fixiert waren, ihr radikularer Pol aber frei blieb, wurde eben dieser mehr oder minder gehoben. Ob dabei etwa negativer Geotropismus mitwirkte, scheint mir nach dem Vorliegenden noch sehr fraglich.

Bei normaler Keimung an einer Wirtspflanze ist die Nutationsbewegung unterdrückt: anfänglich durch die starke negativ phototrope Reaktion, späterhin aber dadurch, daß der Keim an zwei Punkten fixiert ist; einerseits durch die Haftscheibe (verstärkt allenfalls durch den schon eingedrungenen primären Senker), andrerseits im anklebenden Samen mit der Plumula.

Zusammenfassung.

Ein Lindenbäumchen, auf dessen Stamm Misteln saßen, wurde im März, vor dem Laubaustrieb, seiner Krone beraubt. Die Misteln gediehen auf dem laublosen Baumstumpf großartig; seitens der Linde wurde aber während der ganzen Vegetationsperiode kein Versuch gemacht, eigene Laubtriebe zu entwickeln: sie adoptierte die Misteln als ihre Krone. Das Ausbleiben der Regeneration, des Ersatzes der fehlenden Organe (Laubtriebe) wird als in Korrelation stehend mit dem Vorhandensein transspirierender und assimilierender Organe, der Misteln, gedeutet.

Bemerkenswert ist auch, daß Wurzeln und Stamm der Linde durch die ganze Vegetationsperiode in ihren Funktionen erhalten blieben, obwohl sie nur im Dienste eines fremdartigen Organismus arbeiteten.

Auch wurde an diesen Misteln die bisher nicht bekannte Erscheinung eines zweiten Jahrestriebes beobachtet. Die naheliegende Deutung, auch hierin eine Korrelationserscheinung zu erblicken, wird aber durch den Nachweis, daß ein solcher

[1] Hier also ohne Ausschaltung der Lichtwirkung (wie sie in Wiesner's angeführten Versuche stattfand).

zweiter Jahresaustrieb auch an einer Mistel vorkam, die einem Lindenbaum mit intakter Krone aufsaß, hinfällig.

Die Misteln auf der dekapitierten Linde hatten alle ihre Hauptachse durch mehrere Internodien fortgesetzt. Schon früher wurde vom Verfasser festgestellt, daß die Angaben, jede Achse der Mistel bilde nur ein Internodium mit einem Laubblattpaar, irrig sei. Während aber bisher Fälle von Fortbildung der Hauptachse nur bis zu 3 Internodien beobachtet waren, wurden an der Versuchslinde 3 Mistelpflanzen mit durch 6 Internodien fortgesetzter Hauptachse befunden. Bei guter Ernährung ist die Fortbildung der Hauptachse durch mehrere Internodien geradezu Regel. Auch Seitenachsen erster Ordnung, jedoch nur die aus den untersten Knoten der Hauptachse entspringenden, können durch mehrere Internodien fortgeführt werden.

Für die Tatsache, daß unter Umständen die Mistel in ihrer Ernährung ganz auf den Wirt angewiesen ist, wird als Beleg die Beobachtung mitgeteilt, daß an einem Oleander, an einer Stelle, wo einst eine Mistel saß, von der aber oberflächlich seit 10 Jahren keine Spur mehr vorhanden war, nun wieder Mistelsprosse hervorbrechen. Intramatrikale Teile waren also am Leben geblieben und erstarkten in langer Zeit endlich so weit, daß sie zur Regeneration von Sprossen schreiten konnten. Eigene Assimilationstätigkeit kommt für solche, tief unterm Periderm liegende Gewebereste wohl kaum in Betracht.

Eine bemerkenswerte Korrelationserscheinung wurde an einer mit Tannen-Misteln besiedelten *Abies Nordmanniana* beobachtet. Ihr Gipfel starb ab, wurde aber nicht, wie es bei den Koniferen sonst Regel, durch einen Ast des obersten Zweigwirtels ersetzt; wie es scheint, damit in Korrelation, daß sich am Grunde eines der Äste eine Mistel entwickelt hat, die gewissermaßen den Tannenwipfel vertritt. Die des Höhenwuchses beraubte Tanne erscheint sehr sonderbar.

Die Sprosse der Mistel galten bisher als geotropisch nicht empfindlich. Es wird nachgewiesen,

daß die jungen Triebe stets eine Periode geotropischer Empfindlichkeit besitzen und durch scharfe Aufwärtskrümmung negativ-geotropisch reagieren. Doch ist diese Reaktion keine dauernde, die geotropische Empfindlichkeit erlischt bald und die Aufwärtskrümmung wird von Nutationsbewegungen, die ebenfalls bisher der Beobachtung entgangen waren, abgelöst. Ihre Dauer kann sich bis in den Herbst erstrecken. Schließlich werden die Krümmungen zumeist durch Autotropismus ausgeglichen; einzelne, bei ungünstigen Wetterverhältnissen viele, können bei vorzeitigem Erlöschen des Wachstums dauernd erhalten bleiben.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Lindenbäumchen, das am Hauptstamme von Misteln besiedelt ist und dem im März 1912, vor dem Laubaustrieb, die Krone genommen wurde. Aufgenommen am 28. Mai, nachdem die Misteln den Frühjahrstrieb geschoben hatten.

Fig. 2. Dasselbe Bäumchen aufgenommen am 20. September 1912. Die starke Entwicklung der Misteln, zu einer förmlichen Laubkrone am Lindenstumpf, tritt hervor.

Fig. 3. Der obere Teil der Fig. 2 weniger verkleinert aufgenommen. Der schon in Fig. 2 sichtbare, zweite Jahresaustrieb, ist besser erkennbar.

Fig. 4. Die stärkste der auf dem Lindentorso gewachsenen Misteln, nach der Entnahme im März 1913 (nicht ganz $^1/_4$ nat. Größe). Die Hauptachse ist durch 6 Internodien fortgebildet. Die Sprosse und Blätter des Herbsttriebes noch deutlicher ersichtlich als in Fig. 3.

Fig. 5. Photographische Reproduktion zweier Zeichnungen, welche die Veränderung in der Lage der einzelnen Sprosse eines Zweigsystems, die infolge von Nutationsbewegungen herbeigeführt werden, möglichst genau wiedergeben. Die Aufnahme der Skizzen erfolgte am 14. Juni und am 21. Juni. NWS = Norden, Westen, Süden; *B* — Standpunkt des Beobachters. I, I_1 — Sprosse 3. Ordnung. Näheres im Texte p. 1270.

Tafel II.

Fig. 1. Nordmanns-Tanne mit Misteln 1907 besiedelt, aufgenommen Frühling 1912. Der Baum verlor seinen Gipfel und hat ihn nicht durch einen Seitensproß ersetzt. An der Basis eines der Seitensprosse hat sich eine Mistel entwickelt, die in dieser Seitenansicht wenig hervortritt.

Fig. 2. Dieselbe Tanne zu gleicher Zeit von oben aufgenommen, wobei die nahezu zentral stehende Mistel, die gewissermaßen den Gipfel der Tanne vertritt, gut sichtbar ist.

Fig. 3 Gleichalterige Nordmanns-Tanne, bei der ebenfalls der Gipfel abstarb; neben dem verdorrten Gipfel steht der normale Ersatztrieb, ein aufgerichteter Zweig des obersten Sproßwirtels.

Fig. 4. Mistelsame auf horizontal liegender Glasplatte (bei Ober- und Vorderlicht gehalten mit Hypokotylen zweier Keime. Nach $1^1/_2$ vergrößerter Zeichnung reproduziert. Der eine Keim hat sein Hypokotyl mit einer Haftscheibe befestigt, dem zweiten gelang dies nicht und das Hypokotyl kam nach dem Erlöschen der negativ heliotropischen Empfindlichkeit durch Nutationsbewegungen (ob auch negativen Geotropismus?) in die dargestellte Lage. (Keimung Ende März, Aufnahme 25. Juni.)

Tafel III.

Entwicklung der in Fig. 4, Taf. I, abgebildeten Mistel während des Jahres 1912 in aufeinanderfolgenden Aufnahmen dargestellt.

Fig. 1. Aufnahme im März 1912. Der Frühjahraustrieb hat noch nicht begonnen. Die Hauptachse läßt deutlich 4 Internodien erkennen, die obersten Knoten besitzen Laubblattpaare in dekussierter Stellung.

Fig. 2. Aufnahme vom 28. Mai. Der Frühjahrstrieb ist gebildet. Die Hauptachse hat sich um ein fünftes Internodium verlängert, sie und besonders die entstandenen Zweige 1. Ordnung sind alle nach aufwärts gekrümmt. (Periode geotropischer Empfindlichkeit.)

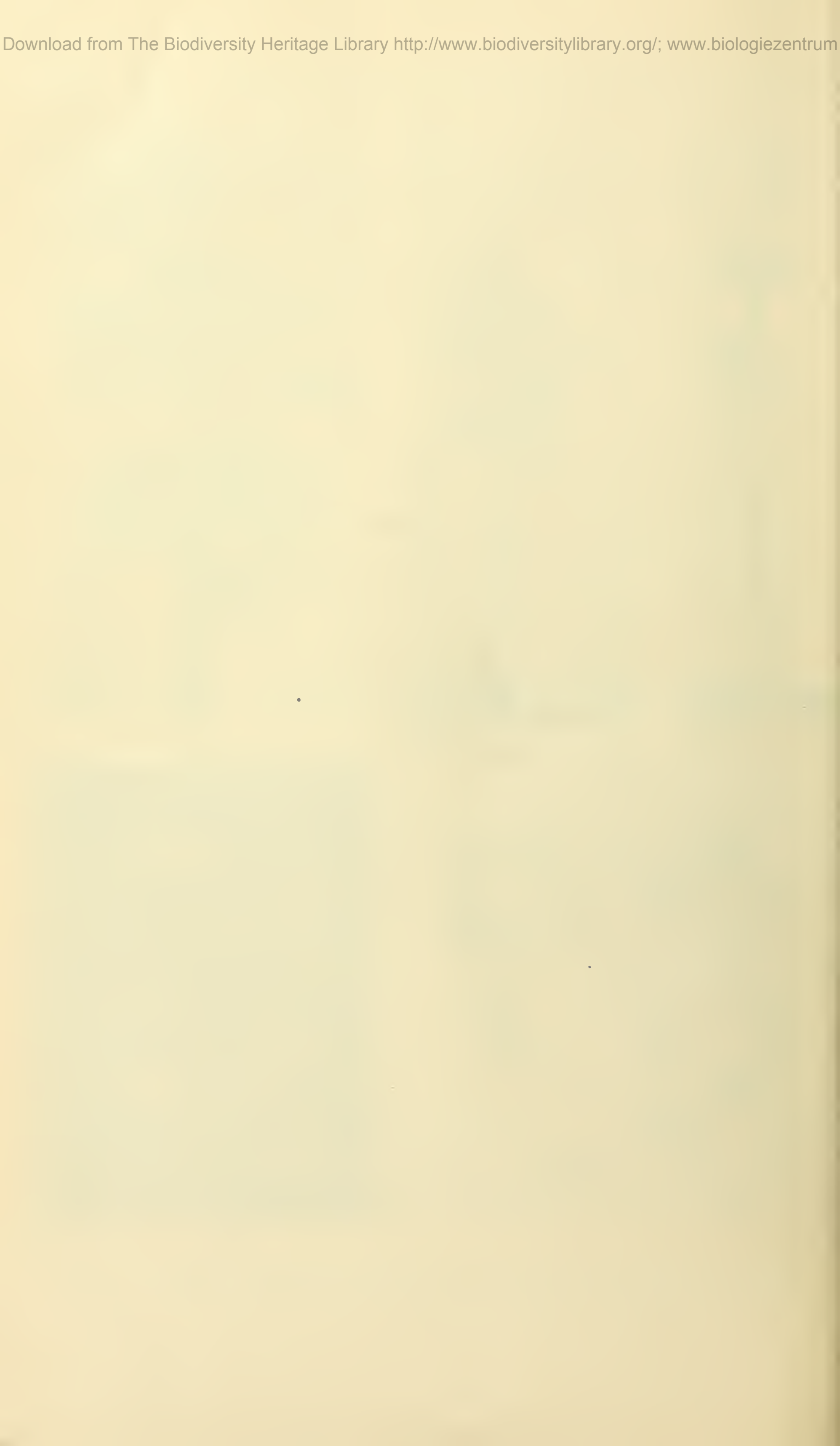
Fig. 3. Aufnahme vom 13. Juni. etwas weniger verkleinert als Fig. 2 und die Pflanze in ihrem Verzweigungssystem übersichtlicher, weil während der Aufnahme die untere Mistelpflanze an den Stamm gebunden war. Die geotropischen Aufwärtskrümmungen (ausgenommen 2 basale, etwas später getriebene Sprosse) verschwunden. Periode der Nutationskrümmungen. Zur Zeit der Aufnahme überhaupt nur geringe Krümmungen vorhanden. Besonders sei auf den mit † bezeichneten Seitensproß in Fig. 2 und 3 hingewiesen. Derselbe in Fig. 2 stark nach aufwärts gekrümmt, in Fig. 3 fast gerade und nach abwärts gewendet.

Fig. 4. Aufnahme vom 30. September. Zur Zeit derselben war das Wachstum schon sistiert, die Pflanze befand sich auf jener Entwicklungsstufe, die auch das Bild der abgelösten, in Fig. 4, Taf. I, zeigt. Gegenüber Fig. 3, in der die Sprosse fast gerade oder nur seicht gekrümmt sind, ist ersichtlich, daß späterhin die Sprosse wieder stärkere Krümmungen infolge von Nutationen vollführten.

In der Aufnahme vom 30. Sepember liegen allerdings nur mehr solche vor, die nicht mehr zur Ausgleichung gelangten. Diese mit † bezeichneten Sprosse wird man leicht auch in der Fig. 4, Taf. I, wieder erkennen. In Fig. 4 tritt auch der im August entwickelte, zweite Jahrestrieb an mehreren Stellen deutlich hervor.



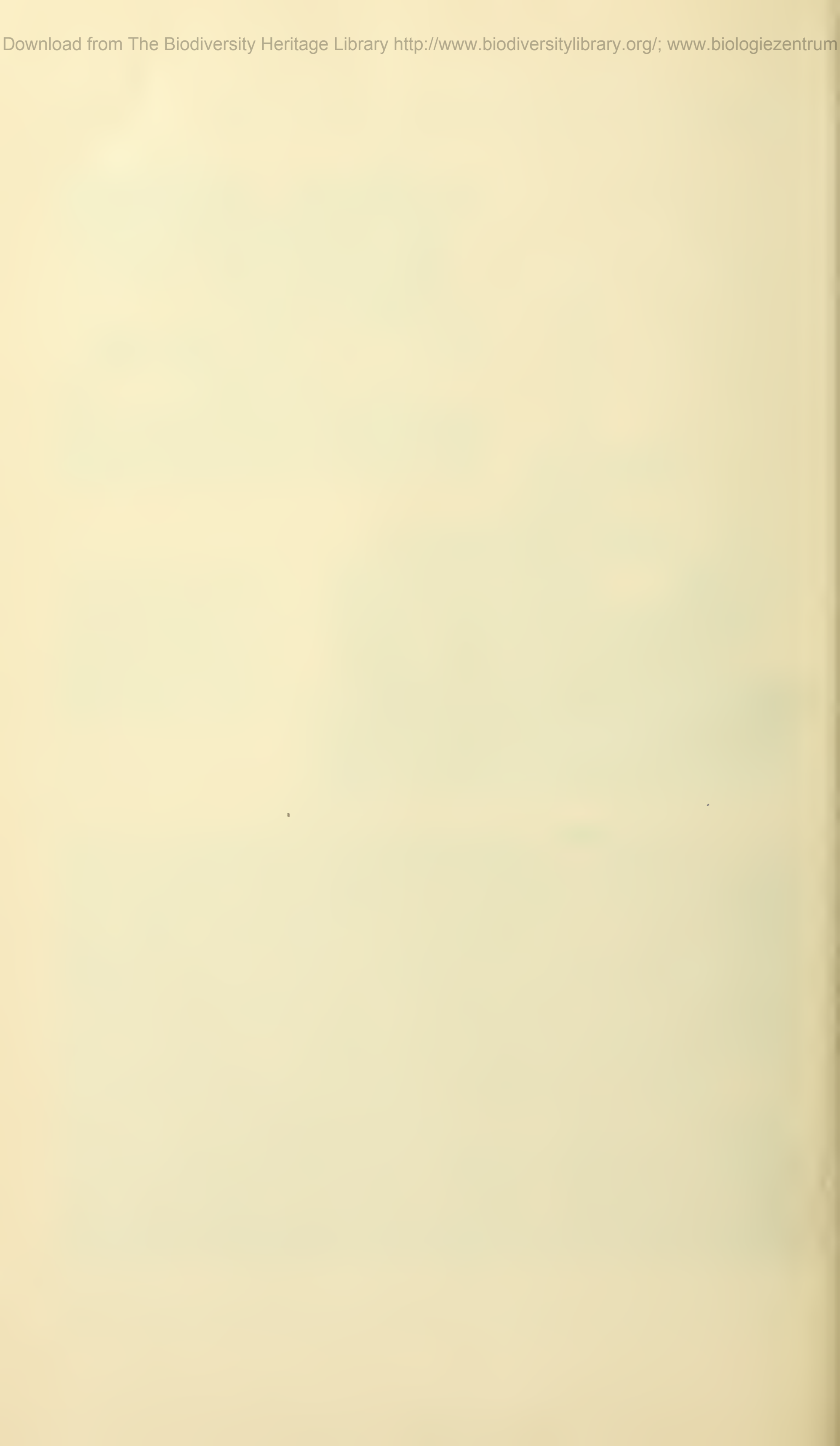
phot. R. Seeger. Lichtdruck v Max Jaffé, Wien.





phot. R. Seeger.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.





phot. R. Seeger.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.